

## THERMOELECTRIC ELEMENT AND ELECTRONIC EQUIPMENT USING IT

**Patent number:** JP8032127  
**Publication date:** 1996-02-02  
**Inventor:** TSUBATA KEISUKE  
**Applicant:** SEIKO INSTR INC  
**Classification:**  
- **International:** H01L35/32; G04C10/00; G04G1/00  
- **European:**  
**Application number:** JP19940167242 19940719  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP8032127

**PURPOSE:** To first insulator 101 is set on a heat absorbing thermoelectric element and reduce the size of the element by specifying the thicknesses of a plurality of n-type semiconductors and a plurality of p-type semiconductors within specific ranges.

**CONSTITUTION:** A first insulator 101 is set on a heat absorbing side and second insulator 102 is set on a heat radiating side. When a high temperature is given to the heat absorbing side so that the temperature on the heat absorbing side becomes higher than that on the heat radiating side, heat is transmitted from the first insulator 101 to the second insulator 102. When the heat is transmitted, electrons move toward the insulator 102 on the heat radiating side in an n-type semiconductor 103. In a p-type semiconductor 104, holes move toward the insulator 102 on the heat radiating side. Since the semiconductors 103 and 104 are electrically connected in series with each other through a connecting section 105, the heat transmission is converted into an electric current and an electromotive force can be obtained across output terminals 106 at both ends. When silicon is used for the insulators, the power generating efficiency of this thermoelectric element can be improved 2 the size of the element can be reduced, because the thickness and of the n- and p-type semiconductors can be reduced to 0.2-0.3mm.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-32127

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 35/32	A			
G 0 4 C 10/00	C			
G 0 4 G 1/00	3 1 0 Y	9109-2F		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-167242

(22) 出願日 平成6年(1994)7月19日

(71) 出願人 000002325

セイコー電子工業株式会社  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 津端 佳介

東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコー電子工業株式会社内

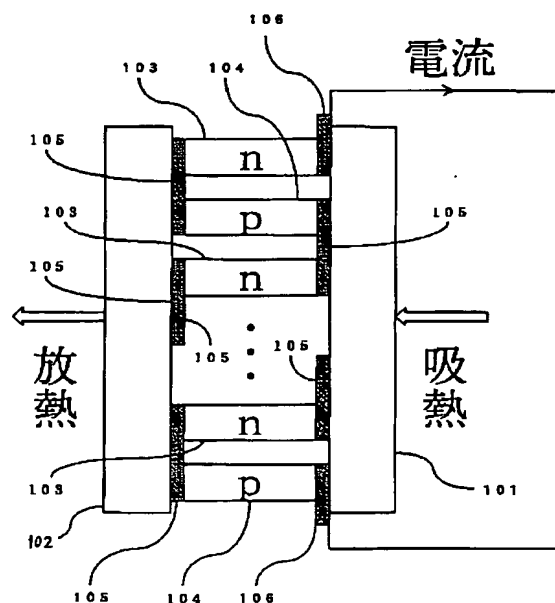
(74) 代理人 弁理士 林 敬之助 (外1名)

(54) 【発明の名称】 熱電素子および熱電素子を用いた電子機器

(57) 【要約】

【目的】 n型半導体およびp型半導体の厚さが発電能力と小型化を考慮して決定された熱電素子、および熱電素子を用いた電子機器を提供する。

【構成】 シリコンの第一の絶縁体101を吸熱側、シリコンの第二の絶縁体102を放熱側とすると、吸熱側の温度を放熱側と比較して高温となるような温度差を与えた場合、第一の絶縁体101から第二の絶縁体102の方向に熱が伝達される。その際にn型半導体103の中では電子が放熱側の絶縁体102の方向に移動する。p型半導体104の中では正孔が放熱側の絶縁体102の方向に移動する。n型半導体103とp型半導体104は接続部105を介して電氣的に直列に接続されているため熱の伝達が電流に変換され、両端の出力端子部106より起電力を得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の n 型半導体 (103) と複数の p 型半導体 (104) を交互に電氣的に直列になるように接続する複数の接続部 (105) と出力端子部 (106) とを有し、接続部 (105) を 1 つおきに固定するシリコンで構成した第一の絶縁体 (101) と、第一の絶縁体で接続していない 1 つおきの接続部 (105) を固定するシリコンで構成した第二の絶縁体 (102) とを有し、第一の絶縁体 (101) と第二の絶縁体 (102) との間に固定される複数の n 型半導体 (103) および複数の p 型半導体 (104) のそれぞれの厚さが 0.2mm~3mmであることを特徴とする熱電素子。

【請求項 2】 複数の n 型半導体から構成される n 型半導体複合素子 (203) を複数有し、複数の p 型半導体から構成される p 型半導体複合素子 (204) を複数有し、複数の n 型半導体複合素子 (203) と複数の p 型半導体複合素子 (204) を交互に電氣的に直列になるように接続する複数の接続部 (205) と出力端子部 (206) とを有し、接続部 (205) を 1 つおきに固定するシリコンで構成した第一の絶縁体 (201) と、第一の絶縁体 (201) で接続していない 1 つおきの接続部 (205) を固定するシリコンで構成した第二の絶縁体 (202) とを有し、第一の絶縁体 (201) と第二の絶縁体 (202) との間に固定される複数の n 型半導体複合素子 (203) および複数の p 型半導体複合素子 (204) のそれぞれの厚さが 0.2mm~3mmであることを特徴とする熱電素子。

【請求項 3】 請求項 1 記載の熱電素子において、複数の n 型半導体 (103) および複数の p 型半導体 (104) のそれぞれの厚さが 0.5mm~2mmであることを特徴とする熱電素子。

【請求項 4】 請求項 2 記載の熱電素子において、複数の n 型半導体複合素子 (203) および複数の p 型半導体複合素子 (204) のそれぞれの厚さが 0.5mm~2mmであることを特徴とする熱電素子。

【請求項 5】 エネルギー源を必要とする電子機器において、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載する熱電素子をエネルギー源として用いた電子機器。

【請求項 6】 エネルギー源を必要とする電子時計において、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載する熱電素子をエネルギー源として用いた電子時計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はエネルギー源として電池を使用しない電子機器を実現するための熱電素子、およびエネルギー源として熱電素子を用いた電子機器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 電子機器にはそのエネルギー源として、主に電池が使用されていた。しかし使用者は、使用中に

電池切れが起こる心配を常に抱えなくてはならず、万一中使用中に電池切れが起こった場合、その損害は大きなものとなる場合もある。そして電池切れを起こした場合には電池を交換する、或は使用者が出来ない場合には他に依頼することを強いられる。更に使用済みの電池は環境破壊の原因となるために、一般の廃棄物と同じ扱で廃棄することが出来ない。

【0003】 電池に変わるエネルギー源として、ゼーベック効果に基づく起電力を発生する熱電素子が最近研究されている。例えば図 9 は、熱電発電機の発電原理を示す図である。熱電発電機は p 型熱電素子 (901) および n 型熱電素子 (902) を直列に多数個接続し、絶縁板 (903) と放熱板 (904) および吸熱板 (905) から構成されている。以上のような熱電発電機が、例えば特開昭 54-123047 号公報に、開示されている。

【0004】 一方熱電素子を用いた電子機器も最近研究されている。例えば図 10 は、熱電式腕時計の構成を示す図である。熱電式腕時計は、ムーブメント (1001) と、熱電式発電器 (1002) と、電気エネルギー蓄電器と、金属製底部、フレーム部、金属製の頂部、を備えた多部分からなる腕時計のケーシング (1003) と、を有する。以上のような熱電式腕時計が、例えば特開昭 55-20483 号公報に、開示されている。しかし発電能力及び小型化を考慮した熱電素子モジュールは、まだ実用化には至っていない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 熱電素子の発電能力は、n 型半導体および p 型半導体の数に比例し、n 型半導体および p 型半導体の厚さは厚い方が高い。つまり高い発電能力を得ようすると n 型半導体および p 型半導体の数を増やし厚くするので熱電素子全体が大きくなってしまふ。しかし、この熱電素子を電子機器に搭載する場合には、熱電素子は出来るだけ小さいことが理想であり、発電能力の増大と、熱電素子の小型化は相反する要求となる。

【0006】 そこで本発明の目的は、n 型半導体および p 型半導体の厚さが発電能力と小型化を考慮して決定された熱電素子、および熱電素子を用いた電子機器を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために本発明は、熱電素子の発電能力が n 型半導体および p 型半導体の数や厚さだけでなく、絶縁体の熱伝導率によっても左右されることに着目し、絶縁体にシリコンを用いた場合には、n 型半導体および p 型半導体の厚さを 0.2~3mm、さらに望ましくは 0.5~2mm とした。

## 【0008】

【作用】 図 1 は、本発明の第一の熱電素子の構造と発電原理を示す図である。第一の絶縁体 101 を吸熱側、第

二の絶縁体102を放熱側とする。吸熱側の温度を放熱側と比較して高温となるような温度差を与えた場合、第一の絶縁体101から第二の絶縁体102の方向に熱が伝達される。その際に、n型半導体103の中では、電子が放熱側の絶縁体102の方向に移動する。p型半導体104の中では、正孔が放熱側の絶縁体102の方向に移動する。n型半導体103とp型半導体104は、接続部105を介して電気的に直列に接続されているため、熱の伝達が電流に変換され、両端の出力端子部106より起電力を得ることができる。

【0009】図2は、本発明の第二の熱電素子の構造と発電原理を示す図である。第一の絶縁体201を吸熱側、第二の絶縁体202を放熱側とする。吸熱側の温度を放熱側と比較して高温となるような温度差を与えた場合、第一の絶縁体201から第二の絶縁体202の方向に熱が伝達される。その際に、n型半導体複合素子203の中では、電子が放熱側の絶縁体202の方向に移動する。p型半導体複合素子204の中では、正孔が放熱側の絶縁体202の方向に移動する。n型半導体複合素子203とp型半導体複合素子204は、接続部205を介して電気的に直列に接続されているため、熱の伝達が電流に変換され、両端の出力端子部206より起電力を得ることができる。

【0010】さらに図3は、本発明の熱電素子をエネルギー源として用いた電子機器の動作原理を示すブロック図である。熱電素子301に温度差が与えられ、起電力が発生すると、蓄電機構302に電気が蓄えられる。蓄電機構302に蓄えられた電気の電圧が駆動機構303を駆動するのに十分な大きさに達すると、駆動機構303が駆動され、動作・表示機構304が働き出す。

【0011】

【実施例】図4は、本発明の熱電素子の一実施例の構造と発電原理を示す図である。第一の絶縁体401は、例えばシリコンで構成し吸熱側とする。第二の絶縁体402は、例えばシリコンで構成し放熱側とする。吸熱側の温度が放熱側より高温となるような例えば2度程度の温度差を与えた場合、第一の絶縁体から第二の絶縁体の方向に熱が伝達される。その際に、n型半導体403例えばピスマスーテル系、ナマリテテル系あるいは鉄-シリサイド系の中では電子が放熱側の第二の絶縁体の方向に移動する。p型半導体404例えばピスマスーテル系、ナマリテテル系あるいは鉄-シリサイド系の中では、正孔が放熱側の第二の絶縁体の方向に移動する。n型半導体403とp型半導体404は、接続部405例えば電極を介して電気的に直列に接続されているため、熱の伝達が電流に変換され、出力端子部406より起電力を得ることができる。出力端子部406より得られた起電力は蓄電素子409に充電される。

【0012】図5は、第一の絶縁体及び第二の絶縁体にシリコンを用いた場合のn型半導体およびp型半導体の

厚さに対する出力電圧の変化を示したグラフである。このとき熱電素子に与えられた温度差は2度、半導体の断面積は $0.01\text{mm}^2$ とした。半導体数はn型p型合わせて4000個、4500個、5000個、5500個、6000個の場合を示した。1.5V電池の代用となるためには、n型半導体およびp型半導体の厚さの誤差による出力電圧のばらつきが少なくなる厚さ1mm以上において、少なくとも1.4Vを得られる5000個が必要である。さらに製造時の欠陥や、温度差が2度をわずかに下回った場合を考えると5500個程度必要である。ここで温度差を2度としたのは、本発明の熱電素子を電子腕時計に搭載した場合、得られる温度差が実験により2度程度であったためである。

【0013】一般のICの動作電圧の実力値を0.7Vとし、電子機器例えば電子腕時計に搭載する場合には外観上の制約があるためn型半導体およびp型半導体の厚さは図5より0.2mm以上3mm以下とする事が望ましい。さらに望ましくは、一般のICの動作電圧の規格値を1.2Vとし、より大きな電圧を得ようとした場合n型半導体およびp型半導体の厚さの増加に対する出力電圧の増加率が10%以上であることが効率を考えた上で好ましいので、n型半導体およびp型半導体の厚さは図5より0.5mm以上2mm以下とする事が望ましい。例えばn型半導体およびp型半導体の断面積が $0.01\text{mm}^2$ 、厚さが1mm、数がn型p型合わせて5000個、n型半導体とp型半導体の間隔を約0.2mm、放熱側及び吸熱側の電極と絶縁板を合わせた厚さがそれぞれ1mmであるとする、熱電素子の大きさは全体で約 $15\text{mm} \times 15\text{mm} \times 3\text{mm}$ となり、2度の温度差が与えられた場合約1.4Vの起電力を得ることが可能である。

【0014】図6は、本発明の熱電素子を動力源として用いた電子機器の一実施例として、電子腕時計の動作原理を示すブロック図である。熱電素子601に温度差が与えられ起電力が発生すると充電制御回路602を介して蓄電素子603に電気が蓄えられる。蓄電素子603に蓄えられた電気により駆動制御回路604が駆動し、表示機構605に時刻が表示される。

【0015】図7は、本発明の電子腕時計の実施例の外観を示す図である。放熱されやすいように放熱板701が表面に露出している。放熱板701は、例えばシリコンで構成されている。図8は、本発明の電子腕時計の実施例の構造を示す断面図である。絶縁板801は一般に気温よりも高温である腕に触れるために吸熱側、絶縁板802は大気中にあるために放熱側となる。絶縁板801および802は、例えばシリコンで構成されている。例えば携帯者の体温が摂氏36度で、気温摂氏20度の環境にて使用し電子腕時計全体が腕の温度に近くなると、絶縁板801と絶縁板802との間に生じる温度差は2度前後である。温度差が生じると、熱は絶縁板801からn型およびp型半導体803を通り絶縁板802

に伝えられ大気中に放熱される。このときゼーベック効果により起電力が生じ蓄電素子804、例えばリチウム2次電池、カーボン-リチウム2次電池、あるいはバナジウム-リチウム2次電池に蓄電される。この蓄えられた電気により輪列とモーターから成り運針動作を行うムーブメント805が駆動する。

【0016】

【発明の効果】以上述べてきたように本発明によれば、絶縁体にシリコンを用いた熱電素子のn型、p型半導体の厚さを0.2～3mm、さらに望ましくは0.5～2mmとする事により、必要とする起電力を得るための熱電素子としては発電効率が良くかつ小型化されたものを得ることができる。さらにこの熱電素子を電子機器に用いることにより、電子機器を小型化することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の熱電素子の構造と発電原理を示す図である。

【図2】本発明の第二の熱電素子の構造と発電原理を示す図である。

【図3】本発明の熱電素子をエネルギー源として用いた電子機器の動作原理を示すブロック図である。

【図4】本発明の熱電素子の実施例の構造と発電原理を示す図である。

【図5】本発明の熱電素子の半導体数の違いによる半導体の厚さと出力電圧の関係を示す図である。

【図6】本発明の熱電素子を動力源として用いた電子機器の一実施例として、電子腕時計の動作原理を示すブロック図である。

【図7】本発明の一実施例の電子腕時計の外観を示す図

である。

【図8】本発明の一実施例の電子腕時計の構造を示す断面図である。

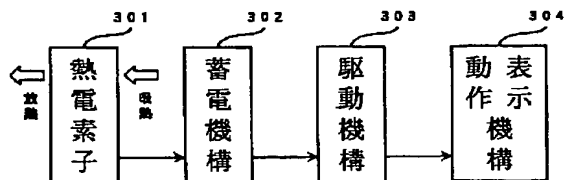
【図9】従来の熱電素子の構造と発電原理を示す図である。

【図10】熱電素子を動力源として用いた従来の電子腕時計の構造を示す断面図である。

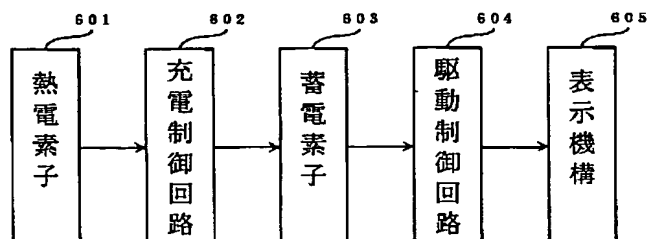
【符号の説明】

- 101、401 第一の絶縁体
- 102、402 第二の絶縁体
- 103 n型半導体
- 104 p型半導体
- 105 接続部
- 106 出力端子部
- 203 n型半導体複合素子
- 204 p型半導体複合素子
- 301、601 熱電素子
- 302 蓄電機構
- 303 駆動機構
- 304 動作、表示機構
- 407、603、804 蓄電素子
- 602 充電制御回路
- 604 駆動制御回路
- 605 表示機構
- 701 放熱板
- 801、802 絶縁板
- 803 n型およびp型半導体
- 805 ムーブメント

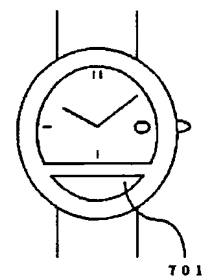
【図3】



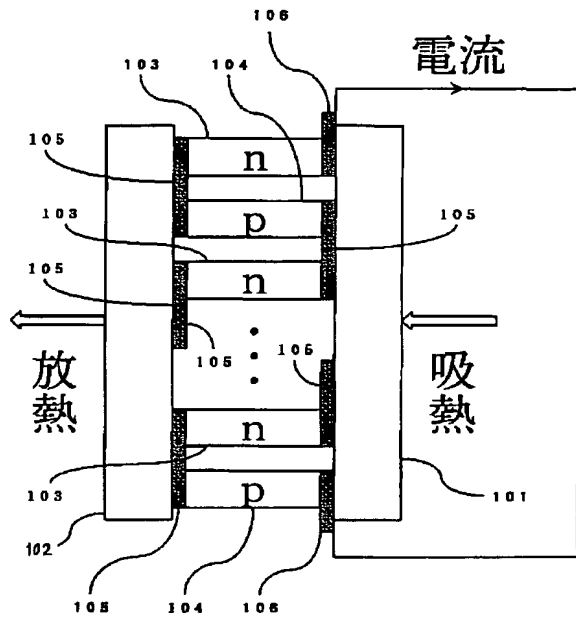
【図6】



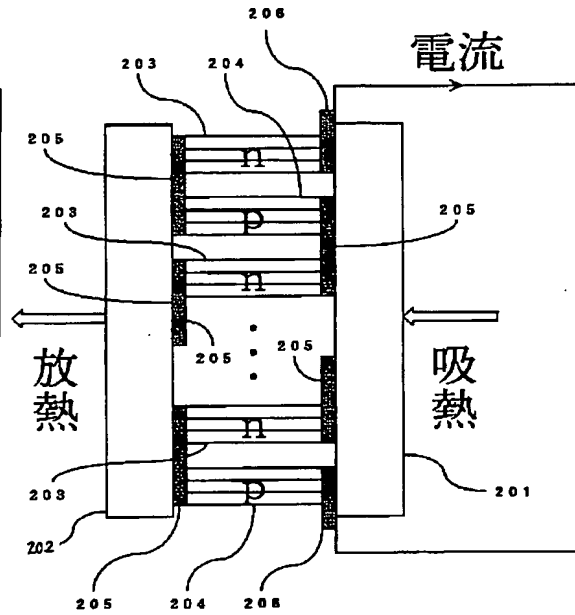
【図7】



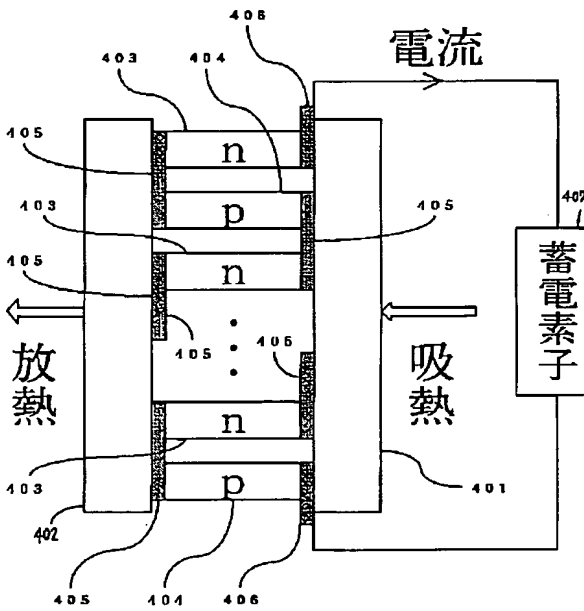
【図1】



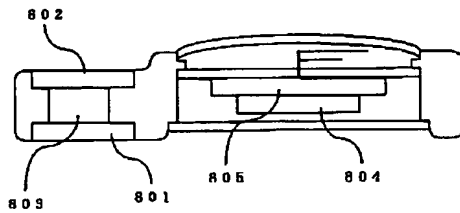
【図2】



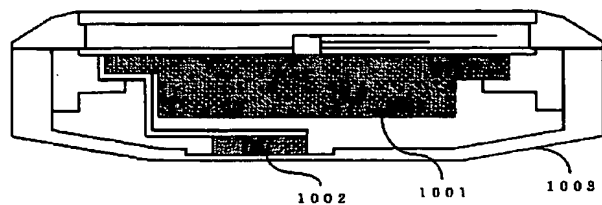
【図4】



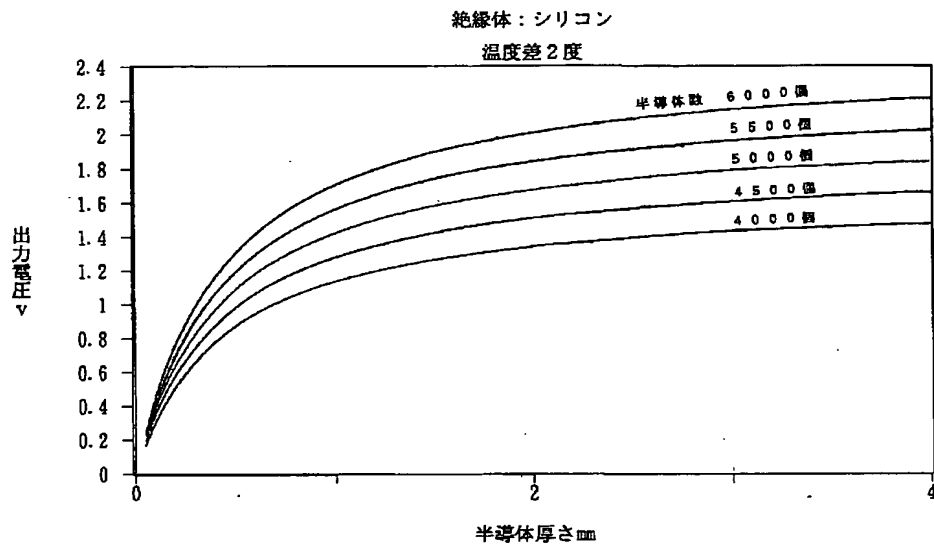
【図8】



【図10】



【図5】



【図9】

